

REGIONE ABRUZZO

Comune di
MONTAZZOLI
(Prov. di Chieti)

P.zza Città dell'Aquila 1 66030 - Montazzoli (CH)
Telefono 0872.947126 Fax: 0872.947131

COMMITTENTE: **Edison Rinnovabili Spa**

Reg. Imprese di MILANO - MONZA - BRIANZA - LODI e C.F. 01890981200
Partita IVA 12921540154 - REA di Milano 1595386
Codice destinatario RWWYUTX

Sede Legale: Foro Buonaparte, 31 - 20121 MILANO
Tel. +39 02 6222 1 - PEC: rinnovabili@pec.edison.it

Oggetto:

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO
MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI
E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI
- INTERVENTO IR8 -**

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE DATI DI VENTO
E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA**

Il Progettista
(Ing. Antonio Scutti)



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. Antonio SCUTTI

Contrada Tomassuoli, 46 - 66040 PERANO (Ch)
Codice Fiscale SCT NTN 54A02 A235I # Partita IVA 00643420698
Tel./fax. 0872/898020 LICENZA - AUTODESK - n. 053-01002259
Personal 337 632986
E-mail: antonioscutti@alice.it

SCALA

TAVOLA

DATA

T

24/10/2023

Rev.	Data	Note	Rif. Documento
01	24/10/2023	INTEGRAZIONI	AS_GIU_A390_
00	14/07/2022	PROGETTO DEFINITIVO	

**PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI
MONTAZZOLI
COMUNE DI MONTAZZOLI (CH)**

ADDENDUM

ALLA

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
1	Prima Emissione 25/09/2023	<i>Tecnologie Eoliche</i>	<i>Tecnologie Eoliche</i>

INDICE

PREMESSA	3
1. MATERIALE UTILIZZATO	4
1.1 Layout d’impianto	4
1.2 Aerogeneratori	5
2. VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA	6
2.1 Produzione attesa al netto delle perdite	6
3. CONCLUSIONI	12

PREMESSA

La società proponente ha già depositato la relazione anemologica con stima della produzione attesa per un layout costituito da 8 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 4,2 MW per una potenza complessiva di 33,6 MW, caratterizzati da un diametro di rotore fino a 136 m e un'altezza al mozzo di 82 m. In questo addendum viene considerato un **layout aggiornato ed ottimizzato** costituito da **7 aerogeneratori** di potenza nominale unitaria **fino a 4,5 MW** per una potenza complessiva di 31,5 MW. Come in precedenza gli aerogeneratori saranno caratterizzati da un diametro di rotore fino a 136 metri e un'altezza al mozzo di 82 m, mantenendo l'altezza massima al tip (mozzo + pala) a 150 m.

Per questo addendum è stato usato un modello di calcolo conforme alle analisi effettuate nella precedente relazione anemologica, basato quindi sui medesimi dati anemometrici e sulle medesime ipotesi di calcolo. Pertanto si rimanda alla suddetta relazione per dettagli su dati di input e ipotesi.

In questo addendum sono presentati come richiesto **per ciascun singolo aerogeneratore la stima di produzione lorda, le perdite per scia, nonché la distribuzione direzionale di frequenza ed energia.**

1. MATERIALE UTILIZZATO

I dati e le ipotesi di calcolo per l'elaborazione del presente addendum sono i medesimi usati nella relazione anemologica e di stima della produzione attesa già depositata.

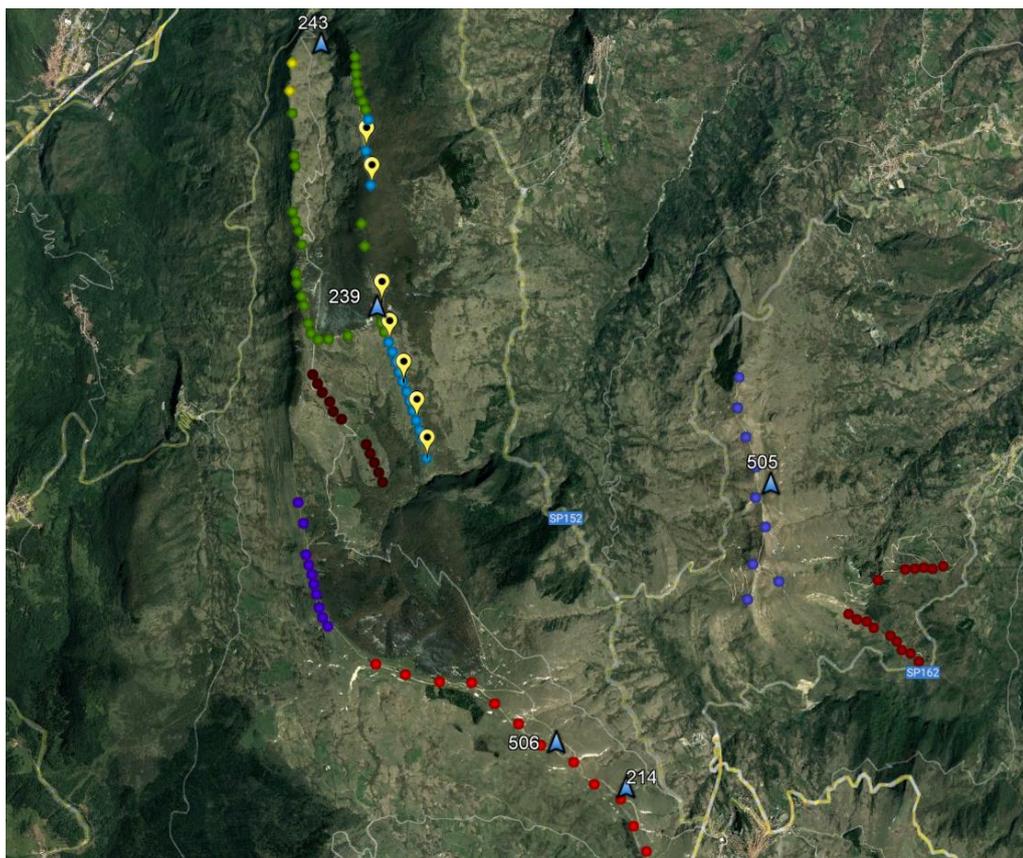
Vengono di seguito presentati i soli dati di input variati: il layout costituito da **7 aerogeneratori** e i dettagli, in particolare della curva di potenza, del nuovo modello di aerogeneratore considerato per il calcolo.

1.1 LAYOUT D'IMPIANTO

Il progetto di IR nel Comune di Montazzoli è così sintetizzabile:

- 1) saranno dismessi n. 16 aerogeneratori aventi potenza complessiva di 9,6 MW
- 2) saranno realizzati n. **7 aerogeneratori** aventi nuova potenza complessiva di **31,5 MW**.

Il revisionato layout d'impianto in progetto (Montazzoli, in giallo le posizioni degli aerogeneratori previsti), l'impianto sottostante attualmente in esercizio (in azzurro), gli impianti limitrofi in esercizio e le stazioni anemometriche sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



Le posizioni delle macchine degli impianti in esercizio, di proprietà della proponente, più vicini sono state incluse nel modello di calcolo per considerarne gli effetti di scia.

1.2 AEROGENERATORI

A titolo esemplificativo, il modello di aerogeneratore utilizzato per la valutazione della produzione attesa dell'impianto è il seguente:

Costruttore	Modello	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (MW)	H di mozzo (m)	Classe IEC
Vestas	V136	136	4,5	82	IIB

La curva di potenza utilizzata è relativa alla densità dell'aria di 1.225 Kg/m³ corrispondente alla quota altimetrica del mare. Successivamente il codice di calcolo WAsP calcola la densità dell'aria nelle posizioni del layout di impianto.

Nelle figure sottostanti sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la curva di spinta (Ct) per la determinazione delle perdite per effetto scia al variare della velocità del vento

Velocità (m/s)	Potenza (MW)	Ct
3	0,055	0,873
4	0,220	0,845
5	0,471	0,844
6	0,841	0,834
7	1,362	0,821
8	2,042	0,816
9	2,845	0,746
10	3,552	0,608
11	4,128	0,499
12	4,442	0,396
13	4,498	0,303
14	4,500	0,239
15	4,500	0,191
16	4,500	0,156
17	4,500	0,130
18	4,500	0,110
19	4,500	0,094
20	4,500	0,081
21	4,500	0,071
22	4,500	0,063
23	4,473	0,055
24	4,336	0,048
25	4,131	0,041
26	3,952	0,036
27	3,756	0,031
28	3,456	0,026
29	3,033	0,021
30	2,548	0,017
31	2,073	0,013
32	1,721	0,010

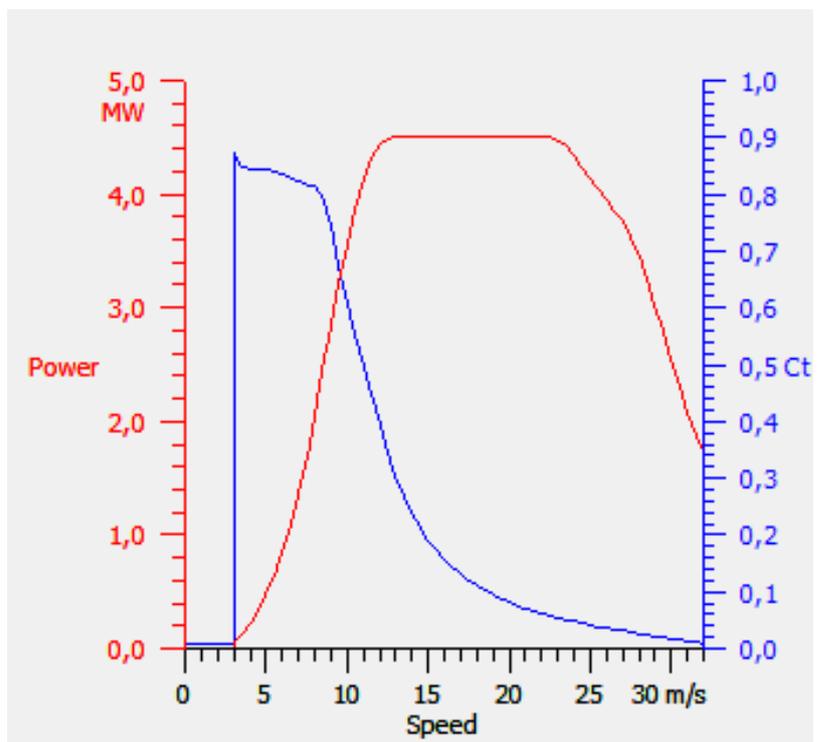


Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Vestas V136 da 4,5MW (estratto da scheda tecnica Vestas)

2. VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato nel paragrafo 1.2.

La produzione attesa tiene conto delle perdite per la densità dell'aria alla quota del sito, delle perdite per effetto scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto e a causa dei parchi eolici limitrofi.

2.1 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE

Il valore di produzione netta attesa è ottenuto dal processo di calcolo illustrato nei paragrafi precedenti e tiene conto, oltre alle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori e alla densità dell'aria alla quota del sito, (i) delle perdite elettriche, (ii) delle perdite di performance degli aerogeneratori (ad esempio per effetti ambientali, quali la temperatura), (iii) della disponibilità di rete, (iv) delle perdite per *noise and wind sector management* e (v) della disponibilità di aerogeneratori e Balance of Plant (BoP).

Il modello di calcolo aggiornato prevede che la produzione attesa passi da 50,2 GWh/anno per il layout da 8 aerogeneratori a **43,9 GWh/anno per il layout da 7 aerogeneratori** considerato in questo addendum, in cui il modello di aerogeneratore utilizzato è Vestas V136 4,5MW con altezza mozzo di 82m (le cui caratteristiche sono indicate nel paragrafo 1.2).

Layout Costruttore e modello	Potenza AG (MW)	Numero AG (N)	Potenza impianto (MW)	H mozzo (m)	Perdite medie scia (%)	Produzione netta (GWh/y)
7 x VESTAS V136 4,5MW (nuovo layout)	4,5	7	31,5	82	11	44,3
8 x VESTAS V136 4,2MW (precedente layout)	4,2	8	33,6	82	16	50,2

Come suggerito nella domanda di integrazioni all'articolo 1.1.a, la proponente ha aggiornato il progetto "con un numero minore di aerogeneratori ma più potenti" passando da un modello con medesime dimensioni di altezza complessiva del mozzo e di rotore con potenza unitaria da 4,2 MW a **4,5 MW**. Analizzando i risultati in tabella, benché la produzione complessiva del parco eolico sia leggermente diminuita per effetto dell'eliminazione di una macchina, qualitativamente è possibile osservare che **mediamente la produzione stimata di energia per aerogeneratore risulta superiore nella nuova configurazione con ca. 6,33 GWh/anno (macchine da 4,5 MW) rispetto ai precedenti 6,27 GWh/anno (macchine da 4,2 MW)**.

I valori delle perdite elettriche, di performance degli aerogeneratori e delle altre perdite sono basati su valori medi relativi a impianti in esercizio della proponente di simile potenza elettrica complessiva.

Nella tabella sotto sono indicate le stime di produzione annua lorda di ogni singolo aerogeneratore, e i medesimi valori decurtati delle perdite di scia.

Aerogeneratore	Produzione annua lorda [GWh]	Produzione annua lorda - scie (AEP lorda - scie) [GWh]	Perdite di scia [%]
MZ01new	6,216	5,386	13,36
MZ02new	7,04	6,05	14,06
MZ03new	7,215	6,168	14,51
MZ04new	8,336	7,288	12,57
MZ05new	8,887	8,028	9,67
MZ06new	8,98	8,314	7,42
MZ07new	8,681	8,036	7,43
Parco eolico	55,4	49,3	11,0%

Infine, nelle tabelle seguenti sono indicate le distribuzioni direzionali di frequenza ed energia, per ciascun aerogeneratore, da cui si possono evincere le direzioni prevalenti in termini di frequenza e quelle prevalenti in termini di energia.

WTG01					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	6,9	3,66	112	0,220	27,9
22,5	5,7	3,74	108	0,255	0,0
45	5	3,66	81	0,189	0,0
67,5	5,4	3,34	63	0,160	2,5
90	3,4	2,64	29	0,043	11,1
112,5	2,3	2,25	38	0,036	5,7
135	2,1	2,5	60	0,048	2,2
157,5	2,2	2,82	72	0,054	13,0
180	5,6	5,22	336	0,463	4,6
202,5	7,5	6,26	492	0,822	3,3
225	10,5	6,88	586	1,243	8,9
247,5	9,2	5,63	382	0,802	10,0
270	4,2	3,28	54	0,107	3,8
292,5	7,7	4,29	84	0,281	16,8
315	10,8	4,37	95	0,404	22,7
337,5	11,2	4,24	98	0,259	52,3
Tutti		4,52	209	5,386	13,36
WTG02					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	7,8	4,05	141	0,342	17,4
22,5	6,1	4,06	138	0,327	0,0
45	5,3	3,96	99	0,241	0,0
67,5	5,1	3,45	69	0,169	0,0
90	3,1	2,68	30	0,041	10,3
112,5	2,2	2,29	37	0,033	7,5
135	2	2,51	64	0,047	1,9
157,5	2,3	2,97	83	0,046	35,4
180	5,8	5,75	460	0,476	16,9
202,5	8,3	7,01	680	1,031	5,0
225	11,2	7,45	746	1,468	8,3
247,5	8,3	5,64	402	0,773	4,2
270	3,8	3,3	55	0,084	17,5
292,5	6,7	4,36	90	0,254	18,1
315	10,4	4,6	107	0,432	23,3
337,5	11,5	4,5	117	0,286	55,8
Tutti		4,84	266	6,05	14,06

WTG03					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	6,9	3,91	139	0,280	20,8
22,5	5,3	3,85	113	0,247	0,0
45	4,7	3,73	76	0,175	0,0
67,5	4,9	3,43	66	0,157	0,0
90	3,4	2,83	36	0,055	7,4
112,5	2,4	2,47	45	0,044	8,2
135	2,3	2,72	79	0,061	3,2
157,5	2,7	3,57	156	0,078	38,0
180	6,1	5,74	440	0,518	13,6
202,5	8,2	7,14	691	1,014	7,6
225	9,9	7,25	688	1,278	6,6
247,5	8,1	5,68	392	0,729	8,0
270	4,2	3,55	75	0,117	21,3
292,5	7,2	4,69	114	0,316	23,1
315	11,7	4,97	137	0,669	14,7
337,5	11,9	4,79	144	0,429	45,3
Tutti		4,89	259	6,168	14,51

WTG04					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	7,7	4,44	204	0,347	30,2
22,5	4,8	4,08	125	0,249	0,0
45	4,5	3,74	74	0,164	0,0
67,5	4,2	3,35	63	0,129	0,0
90	3,1	2,85	36	0,053	2,9
112,5	2,5	2,61	47	0,048	7,7
135	2,4	2,93	104	0,077	3,1
157,5	3,2	4,27	259	0,131	35,9
180	6,8	6,5	635	0,703	11,3
202,5	9	8,04	942	1,267	8,3
225	9,3	7,26	708	1,194	6,7
247,5	6,7	5,41	345	0,520	14,7
270	3,9	3,61	77	0,104	27,6
292,5	5,9	4,8	131	0,297	20,1
315	12,5	5,59	192	1,046	4,9
337,5	13,4	5,59	231	0,957	21,9
Tutti		5,29	323	7,288	12,57

WTG05					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	7,2	4,43	204	0,399	13,9
22,5	4,5	4,11	126	0,238	0,0
45	4,3	3,83	81	0,170	0,0
67,5	4,4	3,53	73	0,152	0,0
90	3,4	3,07	46	0,076	0,8
112,5	2,6	2,82	63	0,064	6,5
135	2,5	3,19	127	0,093	2,3
157,5	3,4	4,72	336	0,185	26,5
180	6,5	6,63	676	0,586	23,6
202,5	8,5	8,22	1003	1,240	7,5
225	9	7,53	786	1,103	14,4
247,5	7,1	5,82	408	0,632	11,1
270	4,2	3,92	100	0,147	23,0
292,5	6,8	5,24	165	0,519	0,0
315	13,1	5,93	232	1,191	8,8
337,5	12,6	5,8	264	1,231	1,3
Tutti		5,49	353	8,028	9,67

WTG06					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	6,2	4,12	164	0,239	31,8
22,5	3,7	3,74	94	0,153	0,0
45	3,7	3,67	72	0,129	0,0
67,5	4,5	3,69	79	0,169	0,0
90	4,3	3,48	71	0,143	0,0
112,5	3,2	3,22	105	0,117	1,9
135	2,9	3,81	204	0,149	3,3
157,5	4,2	5,49	444	0,372	3,6
180	5,5	6,28	569	0,513	15,9
202,5	7,1	7,31	699	0,846	13,7
225	7,8	7,13	647	1,040	0,7
247,5	7,9	6,24	472	0,806	9,2
270	5,4	4,46	164	0,328	3,3
292,5	8,8	6	240	0,899	0,0
315	14,5	6,28	288	1,639	0,0
337,5	10,5	5,55	256	0,771	20,7
Tutti		5,45	317	8,314	7,42

WTG07					
Settore [°]	Frequenza [%]	Vel. media [m/s]	Potenza [W/m ²]	AEP lorda - scie [GWh]	Scia [%]
0	6,5	4,22	177	0,267	30,2
22,5	4,5	4,01	123	0,223	1,5
45	4,2	3,89	86	0,171	0,0
67,5	4,8	3,75	86	0,192	0,0
90	3,9	3,31	61	0,115	0,0
112,5	2,8	2,99	87	0,089	1,0
135	2,6	3,44	156	0,111	4,0
157,5	3,5	4,88	347	0,226	18,0
180	5,7	6,23	555	0,445	29,3
202,5	7,6	7,49	783	0,999	8,0
225	8,9	7,46	749	1,179	7,1
247,5	8,1	6,22	490	0,898	1,2
270	4,7	4,13	126	0,250	0,0
292,5	7,8	5,53	187	0,672	0,0
315	13	5,85	230	1,277	0,0
337,5	11,4	5,48	230	0,921	9,7
Tutti		5,38	320	8,036	7,43

3. CONCLUSIONI

Con il presente addendum alla relazione anemologica e di stima della produzione attesa sono state presentate le produzioni e le perdite per scia di ciascun aerogeneratore dell'impianto eolico di integrale ricostruzione di Montazzoli, ubicato in Abruzzo, in Provincia di Chieti, nel territorio comunale di Montazzoli. È stata inoltre presentata per ogni aerogeneratore la distribuzione direzionale di frequenza ed energia.

È stato considerato il layout aggiornato e ottimizzato costituito da **7 aerogeneratori di potenza 4,5 MW** cadauno, sulla base del modello e delle ipotesi della relazione anemologica già depositata.

Riprendendo quanto indicato nel paragrafo 2.1 della presente relazione, come suggerito nella domanda di integrazioni all'articolo 1.1.a, la proponente ha aggiornato il progetto "con un numero minore di aerogeneratori ma più potenti" passando da un modello con medesime dimensioni di altezza complessiva del mozzo e di rotore con potenza unitaria da 4,2 MW a **4,5 MW**. Benché la produzione complessiva del parco eolico sia leggermente diminuita per effetto dell'eliminazione di una macchina, qualitativamente è possibile osservare che **mediamente la produzione stimata di energia per aerogeneratore risulta superiore nella nuova configurazione con ca. 6,33 GWh/anno (macchine da 4,5 MW) rispetto ai precedenti 6,27 GWh/anno (macchine da 4,2 MW)**.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati disponibili, rilevati sia dalle stazioni anemometriche installate in sito di proprietà della proponente che dal sistema SCADA degli aerogeneratori esistenti limitrofi sempre di proprietà della proponente. È stata verificata la ventosità di lungo periodo, nonché messo a punto un modello di calcolo.

Il calcolo della produzione attesa media ($P_{50\%}$) è stato effettuato sulla base di tutti i dati disponibili, utilizzando al meglio il codice di calcolo numerico e, nel caso in cui il processo offriva la possibilità di più scelte alternative, adottando i criteri di calcolo ritenuti più verosimili per le caratteristiche specifiche del sito e/o maggiormente conservativi, allo scopo di ridurre il rischio di sopravvalutazione della produzione.

Infine, nella seguente tabella è riportato un confronto aggiornato in termini di KPI dell'IR rispetto all'esistente basati sulle seguenti variazioni:

- numero di aerogeneratori
- potenza totale
- produzione di energia.

n. WTG exis.	Potenza esistente	Media produz. energia	n. WTG IR	Potenza futura IR	Stima produz. netta	WTG new / WTG exis. - 1	P new / P existing	E new / E existing
#	MW	GWh/y	#	MW	GWh/y	%	#	#
16	9,6	11,0	7	31,5	44,3	-56%	3,3	4,0

Si può evincere **dalla tabella il miglioramento complessivo del progetto di IR rispetto all'esistente con riduzione del numero di aerogeneratori a fronte di un incremento della potenza elettrica complessiva e di un incremento ancora maggiore in termini di produzione di energia.**